

Aus der Abteilung für Mikromorphologie
(Leiter: Prof. Dr. med. dent. Hans Lenz)
des Instituts für Klinisch-Theoretische Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde des Fachbereiches für
Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin

**Klinische Untersuchungen zum Problem
der Kariesprophylaxe durch Fissurenversiegelung
unter besonderer Berücksichtigung
von Effizienz, Liegedauer und Zeitaufwand**

Dissertation

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Zahnarzt Manfred Heisse

aus Berlin

1904

Aus der Abteilung für Mikromorphologie
(Leiter: Professor Dr. med. dent. Hans Lenz) des Instituts
für Klinisch-Theoretische Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
des Fachbereiches für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

Klinische Untersuchungen zum Problem der Kariesprophylaxe
durch Fissurenversiegelung unter besonderer Berücksichtigung
von Effizienz, Liegedauer und Zeitaufwand

Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Zahnarzt Manfred Heisse
aus Berlin

Referent: Professor Dr. med. dent. Hans Lenz

Korreferent: Professor Dr. med. dent. Siegfried Wandelt

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 9.7.1984

Meiner Schwester gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

I.	Einleitung und Problemstellung	7
II.	Literaturübersicht	10
	II.1. Kariesstatistische Untersuchungen	10
	II.2. Versiegelungskunststoffe	13
	II.3. Klinische Untersuchungsergebnisse zur Kariesprophylaxe durch Fissurenversiegelung	15
	II.4. Zum Problem der Conditionierung des Schmelzes mittels Säureätztechnik	18
III.	Material und Methode	21
IV.	Eigene Untersuchungsbefunde	27
V.	Diskussion	45
VI.	Zusammenfassung	51
VII.	Literaturverzeichnis	53

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Auch heute noch gehört die Zahnkaries zu den bedeutendsten und am weitesten verbreiteten Volkskrankheiten. Epidemiologische Untersuchungen haben ergeben, daß in Mitteleuropa und Nordamerika ca. 99 % der Bevölkerung an Karies leiden. Dies stellt sowohl volkswirtschaftlich als auch sozialmedizinisch betrachtet ein bedeutendes Problem dar. Die Krankenkassen der Bundesrepublik Deutschland müssen jährlich mehr als 14 Milliarden DM für die Behandlung der Zahnkaries und ihrer Folgeschäden aufbringen.

Die aus der klassischen Kariesforschung gewonnenen Erkenntnisse, die in erster Linie von einer bakteriologischen Betrachtungsweise geprägt sind, und die daraus resultierenden Folgerungen bestimmen auch heute noch die Maßnahmen der Kariesprophylaxe. In diesem Sinne werden hauptsächlich zwei Wege beschritten, um die Ursachen der Karies zu bekämpfen:

1. Beseitigung der kariogenen Noxen bzw. Verhinderung ihrer Bildung durch Ausschalten der Quellen dieser Noxen. Die in diesem Sinne in der Praxis angewendeten Maßnahmen lassen sich unter dem Begriff der Mundhygiene subsumieren.
2. Verbesserung der Widerstandsfähigkeit des Zahnes, d. h. Erhöhung der Resistenz des Schmelzes gegen Säureeinwirkung. In diesem Sinne sind insbesondere Maßnahmen der Fluoridierung zu nennen.

Es muß jedoch festgestellt werden, daß diese "Prophylaxe der kleinen Schritte", wie KÖNIG (1968) es bezeichnete, trotz beachtenswerter Ergebnisse letztendlich nicht den erhofften Erfolg hatte. All diese Methoden haben zwar in den letzten Jahren eine Reduzierung der Karies insgesamt gebracht, bei genauer Betrachtung der Ergebnisse ist jedoch festzustellen, daß sich insbesondere die Werte für die am stärksten gefährdeten Sechsjahrmolaren (vgl. Kapitel II.1) kaum gebessert haben. Dies zeigt, daß diese Zähne aufgrund ihres engen Fissuren- und Grübchensystems



unseren Mundhygienemaßnahmen kaum zugänglich sind und die Fluoridierungsmaßnahmen hier weitaus weniger bewirkt haben als im Frontzahnbereich.

Selbst in einem Gebiet wie Basel, wo seit Jahren große Anstrengungen auf dem Gebiet der Kariesprophylaxe unternommen werden, und die Trinkwasserfluoridierung bereits seit 1961 eingeführt ist, findet man bei 14-jährigen Kindern noch durchschnittlich fünf kariöse, gefüllte oder fehlende Zähne (Baseler Jahresbericht 1983). Die Trinkwasserfluoridierung stellt in Deutschland zudem ein großes rechtliches und umweltpolitisches Problem dar.

Die Bemühungen müssen also dahin gehen einen Weg zu finden, die Molaren und die ebenfalls mit einem Fissuren- und Grübchensystem versehenen Prämolaren wirksam und dauerhaft vor Karies zu schützen. Nach den Erkenntnissen moderner Kariesforschung muß daher weniger die Frage nach den Ursachen, als vielmehr die Frage nach dem Mechanismus des Kariesgeschehens in den Vordergrund rücken. Die daraus resultierende mehr physiko-chemische Betrachtungsweise der Karies führte zu folgender Erkenntnis:

Eine Karies kann nur entstehen, wenn schmelzauflösende Stoffe in den Zahnschmelz eindringen und die gelösten Stoffe heraus transportiert werden. Maßnahmen, die diesen Transport wirksam unterbinden, müssen eine Karies unmöglich machen (LENZ, 1974). Auf diesen Erkenntnissen beruht die Kariesprophylaxe durch Versiegelung. Hierbei werden die Fissuren und Grübchen mit einem fest an der Schmelzoberfläche haftenden Lack abgedichtet und somit die Transportwege gesperrt.

Trotz überzeugender Erfolge in klinischen Untersuchungen konnte sich diese Methode jedoch noch nicht allgemein durchsetzen. Dies liegt an der Tatsache, daß die Fissurenversiegelung von den Krankenkassen noch nicht als wirksame Kariesprophylaxe anerkannt und honoriert wird, da viele Experten der Fluoridierung den Vorrang einräumen.

Dies hat zur Folge, daß die Fissurenversiegelung beim frei praktizierenden Zahnarzt privat bezahlt werden muß, wozu verständlicherweise nur sehr wenige Patienten bereit sind.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, verschiedene im Handel befindliche Versiegelungsmaterialien jeweils in ein und demselben Mundmilieu hinsichtlich der Liegedauer von 24 Monaten klinisch zu überprüfen.

Hierbei wurde die ursprünglich strenge Indikation nur kariesfreie Zähne zu versiegeln, bewußt erweitert und sowohl Zähne mit bräunlich verfärbten Fissuren als auch Zähne mit Füllungen und geringen Füllungsrandspalten mit einbezogen.

Um Aussagen über die praktische Anwendbarkeit sowie die entstehenden Kosten der Versiegelungstechnik machen zu können, wurde der Zeitaufwand bei den verschiedenen Materialien sowie bei den einzelnen Arbeitsschritten gemessen.

II. LITERATURÜBERSICHT

II.1 Kariesstatistische Untersuchungen

Zahlreiche wissenschaftliche Veröffentlichungen und kariesstatistische Untersuchungen zeigen bis etwa zum Beginn der siebziger Jahre eine deutlich steigende Tendenz im Kariesbefall der Bevölkerung, insbesondere bei Kindern und Jugendlichen. So fand PAZUREK (1954), daß 42,8 % der 7-jährigen im Jahre 1951, aber nur noch 10,9 % der gleichen Altersstufe im Jahre 1954 kariesfrei waren.

VOLK (1958) findet bei 6-jährigen Kindern nur 2 % kariesfreie Gebisse.

SCHUSTER (1966) beschreibt eine weitere Abnahme der Zahngesundheit bei Schulanfängern und stellt fest, daß nur noch 8,5 % von ihnen naturgesunde Gebisse besitzen.

Auch DIERLAM (1951), KANTOROWICZ (1955) und ROOS (1954) konstatieren eine stetige Zunahme der Karies.

SCHÜTZMANNISKY (1969) findet bei ihren Untersuchungen an 11- bis 14-jährigen Kindern nur noch 23 % kariesfreie Gebisse, bei 14- bis 18-jährigen Jugendlichen sogar nur noch 19 %.

In neueren Untersuchungen, etwa seit Beginn der siebziger Jahre, macht sich eine deutliche Tendenzwende im Kariesbefall der Bevölkerung bemerkbar. So zeigen fast alle kariesstatistischen Untersuchungen der letzten Jahre, u. a. von ALMAN (1982), KOCH (1982), KÖNIG (1984), BRUNELLE und CARLOS (1982), MÜLLER (1984) sowie die Baseler Jahresberichte von 1974 bis 1982 eine Abnahme des Kariesbefalls, zumindest jedoch eine Stagnation. Dabei werden - bezogen auf die gesamte europäische und nordamerikanische Bevölkerung - folgende Kausalfaktoren analysiert:

1. Trinkwasserfluoridierung,
2. Versiegelungsprogramme,
3. Individualprogramme in Zahnarztpraxen,
4. Gruppenprophylaktische Maßnahmen,
5. Gesundheitserziehung und
6. Änderung der Ernährungsgewohnheiten.

Praktisch allen neueren Untersuchungen gemeinsam ist jedoch die Erkenntnis, daß die allgemein abnehmende Tendenz im Kariesbefall hauptsächlich auf der Verbesserung der Werte für Frontzahn- und Glattflächenkaries beruht und nur zu einem geringen Teil auf einer Abnahme der Fissuren- und Grübchenkaries.

Besondere Erwähnung verdient die Tatsache, daß der Sechsjahrmolar den Hauptanteil der kariösen Läsionen im bleibenden Gebiss stellt (SIELING, 1982; HAHNEMANN, 1979).

So zeigte SIELING (1982) bei einer Untersuchung an 7- bis 13-jährigen Berliner Schulkindern, daß bei den 7- und 8-jährigen Jungen zu 100 %, bei den 9-jährigen zu 97 % und bei den 12- und 13-jährigen noch zu über 60 % die Sechsjahrmolaren betroffen sind.

Bei der Verteilung der Karies auf die einzelnen Zahnflächen dominiert ganz eindeutig die Occlusalfläche mit ihrem Fissuren- und Grübchensystem. Dies geht aus Tabelle 1 von SIELING hervor.

	Alter in Jahren					
	7	8	9	10	11	12+13
%-Anteil Fissuren- und Grübchenkaries (occl., bucc., pal., lingual)	98,3	91,6	85,0	85,6	75,7	73,3
%-Anteil proximale Karies (mesial, distal)	1,6	8,3	14,8	14,3	24,2	26,7

Tab. 1: (nach SIELING, 1982) Kariesbefall der Sechsjahrmolaren

Auch BRAUN (1981) kommt in seiner Dissertation zu ähnlichen Ergebnissen. Er findet bei 9-jährigen Jungen nur ca. 18,7 % mit einem kariesfreien Gebiss. Den Anteil der Sechsjahrmolaren am kariösen Geschehen in diesem Alter ermittelte er mit ca. 95 %, bezogen auf die Restbezahnung.

Von großer Wichtigkeit bei den Überlegungen zu einer wirksamen Kariesprophylaxe ist also die Tatsache, daß der prozentuale Anteil der Molaren am kariösen Geschehen in der Mundhöhle bei 9-jährigen ca. 95 %, bei 10-jährigen ca. 90 % und bei 11-jährigen ca. 80 % beträgt (BRAUN, 1981).

Es gilt also in erster Linie, das Fissuren- und Grübchensystem der Molaren wirksam vor dem Eindringen kariogener Substanzen zu schützen.

Daß die aus der These von LENZ ("Eine Karies kann nur entstehen, wenn schmelzauflösende Stoffe in den Zahnschmelz eindringen, und die gelösten Stoffe heraustransportiert werden. Maßnahmen, die diesen Transport wirksam unterbinden, müssen eine Karies unmöglich machen.") folgende Forderung praktisch durchführbar ist, beweist überzeugend ein Beispiel aus der zahnärztlichen Prothetik: An einem von der Umwelt abgeschlossenen Zahn unter einer Krone mit gutem Randschluß entsteht trotz hohen Angebotes an kariogenen Substanzen keine Karies.

II.2. Versiegelungskunststoffe

In den letzten Jahrzehnten sind zahlreiche klinische Untersuchungen mit Fissurenversiegeln durchgeführt worden.

BUONOCORE (1955) gehörte mit zu den ersten, die mit den damals neu entwickelten Autopolymerisaten Versuche in dieser Richtung unternahmen.

In den folgenden Jahren sind verschiedene Arten von Kunststoffen als Versiegler getestet worden:

1. Polymethacrylate,
2. Diacrylate,
3. Polyurethane und
4. Cyanoacrylate.

Versiegelungsmaterialien auf PMMA-Basis sind als Orthomite im Handel befindlich, es handelt sich dabei um ein Adhäsiv-System mit Silan als Haftvermittler, Monomer und Katalysator. Es zeigt eine starke Ähnlichkeit mit dem von MASUHARA (1969) entwickelten Palakav, bei dem silanisierte Glaskugeln als Füllkörper dienen.

Diacrylate finden in Kunststoffen auf der Basis der modifizierten Bowen-Formel Verwendung.

Es handelt sich hierbei um die 1962 von Bowen entwickelten aromatischen Diacrylate Bisphenol-A-Glycidyl-Methacrylat (Bis-GMA) und Bisphenol-A-Äthyl-Methacrylat (Bis-EMA).

Diese Kunststoffe weisen, bedingt durch bei der Polymerisation entstehende dreidimensional vernetzte Ketten, eine hohe Mundbeständigkeit und Abriebfestigkeit ($75 - 100 \text{ Kg/cm}^2$) sowie niedrige Polymerisationsschrumpfung auf.

Wichtigste Vertreter sind Estiseal (Kulzer), Nuva Seal (De Trey), Delton (Johnson).

Die Aushärtung einiger Materialien geschieht durch UV-lichtempfindliche Katalysatoren, bei den anderen wird dem Lack ein Katalysator beigemischt.

Die Polyurethane werden durch die fluoridhaltigen Lacke Epoxylite 9075 und Elmex Fluor Protector repräsentiert. Diese sollen durch

dauernde Abgabe von Fluor-Ionen die Widerstandsfähigkeit des Schmelzes erhöhen.

Als Versiegler im eigentlichen Sinne sind sie jedoch unwirksam.

Cyanoacrylate allein sind als Versiegler ungeeignet, da sie nicht mundbeständig sind und resorbiert werden. Sie zeigen jedoch eine hohe Haftfähigkeit am Schmelz, wodurch sich eine Anätzung des Schmelzes bei ihrer Verwendung erübrigt (STÜSSEL, 1979). Man untersuchte deshalb ihre Verwendbarkeit als Haftvermittler für im Handel befindliche Versiegler (MOHR, 1979). Ein weiterer klinischer Vorteil der Cyanoacrylate ist die anionische Polymerisation, welche Spuren von Feuchtigkeit zur Voraussetzung hat (TAKEUCHI, 1966; GWINNETT und BUONOCORE, 1965).

II.3. Klinische Untersuchungsergebnisse zur Kariesprophylaxe durch Fissurenversiegelung

BUONOCORE (1970) stellte nach 12-monatiger Liegedauer eine 100 %-ige Kariesreduktion fest.

SVEEN (1971) ermittelte nach 24-monatiger Kontrollzeit einen Rückgang der Karies um 87 - 100 %.

ROCK (1974) verglich die Haltbarkeit zweier Versiegelungsmaterialien und fand bei Nuva-Seal nach 24 Monaten noch 80 %, bei Epoxylite noch 51 % der versiegelten Zähne mit intaktem Versiegelungsfilm.

Die Anwendung fluoridhaltiger Mittel (z. B. Elmex Fluor Protector) brachte keinen klinischen Erfolg, da diese bereits nach ca. 6-monatiger Liegedauer vollständig entfernt waren.

Des weiteren untersuchte ROCK fünf verschiedene Versiegelungsmaterialien und stellte deren Haltbarkeit der erzielten Kariesreduktion gegenüber.

Versiegler	Zeit nach Applikation	Fissuren in %		Kariesreduktion in %	
		noch versiegelt ganz	teilweise	Testz.	Kontrollz.
Nuva Seal	6 Monate	91,9	7,2	0	10,0
	12 Monate	86,2	10,3	0	16,7
	24 Monate	80,0	15,3	2,9	28,8
Epoxylite 9075	6 Monate	58,6	18,8	0,6	8,8
	12 Monate	52,6	18,7	2,9	15,2
	24 Monate	51,5	15,0	5,4	34,7
TP 2206	6 Monate	90,0	9,4	0,6	6,1
	12 Monate	82,0	12,9	2,2	14,6
	24 Monate	-	-	-	-
Epoxylite 9070	6 Monate	1,4	9,9	12,9	12,0
	12 Monate	0	0,7	9,4	16,5
	24 Monate	0	0	24,7	37,7
Elmex-Protector	6 Monate	0	1,7	4,6	5,2
	12 Monate	0	0	11,7	7,0
	24 Monate	0	0	19,3	20,5

Tab. 2: (nach ROCK, 1974)

IHLOW (1980) fand an 710 mit 5 verschiedenen Materialien versiegelten Zähnen nach 24-monatiger Liegezeit keine Karies an den Fissuren, lediglich bei 8 % der Milchzähne und bei 5 % der versiegelten bleibenden Zähne entwickelte sich eine Approximalkaries.

Es zeigte sich außerdem, daß die Haltbarkeit der fünf Materialien sich nur geringfügig unterschied (69 - 78 % der versiegelten Zähne waren nach 24 Monaten noch mit einem intakten Film versehen).

Lediglich beim Cyanoacrylat Bayer 520^R war erwartungsgemäß nach 6-monatiger Kontrollzeit kein Versiegelungsfilm mehr vorhanden.

Versiegler	Zeit nach Applikation	Versiegelungsfilm in % noch vollständig erhalten
Nuva Seal	6 Monate	91
	12 Monate	87
	24 Monate	78
Bayer 520	6 Monate	0
	12 Monate	0
	24 Monate	0
Delton Fiss. versiegler	6 Monate	92
	12 Monate	86
	24 Monate	76
Estilux glaze	6 Monate	88
	12 Monate	79
	24 Monate	69
Pluraseal	6 Monate	87
	12 Monate	82
	24 Monate	75
UV-Dento-seal	6 Monate	89
	12 Monate	84
	24 Monate	76

Tab. 3: (nach IHLOW, 1980)

ROSCH (1974) berichtet, daß nach zwölf Monaten Liegedauer an 114 mit Nuva Seal versiegelten Zähnen keine Karies entstand, und noch 73 % der Zähne einen intakten Versiegelungsfilm aufwiesen. Hingegen wurde im unversiegelten Quadranten bei denselben Probanden an 27 Zähnen eine occlusale Karies diagnostiziert.

MOHR (1979) versiegelte 569 Zähne mit Nuva Seal, UV-Dentoseal und Delton-Fissurenversiegler ohne vorheriges Anätzen. Er verwendete das Cyanoacrylat Bayer 520 als Haftvermittler und fand heraus, daß nach 20-monatiger Kontrollzeit die Versiegelungsfilme bis zu 80 % vollständig intakt waren. Das Cyanoacrylat allein konnte dem Mundmilieu dagegen maximal vier Wochen standhalten.

Sämtliche am Beginn der Untersuchung kariesfreien Zähne sowie 54 Zähne, die am Anfang kleine Verfärbungen aufwiesen, waren auch nach 20-monatiger Versiegelungsdauer klinisch kariesfrei.

II.4. Zum Problem der Conditionierung des Schmelzes mittels Säureätztechnik

Praktisch alle heute im Handel befindlichen und klinisch erprobten Versiegelungsmaterialien vom Typ der Diacrylate bedingen ein vorheriges Anätzen des Schmelzes.

Diese Tatsache dient auch heute noch einigen Autoren als gewichtiges Argument gegen eine Fissurenversiegelung, obwohl umfassende klinische und elektronenmikroskopische Untersuchungen der letzten Jahre immer wieder die Unschädlichkeit einer lege artis Anätzung zeigten. Durch die Verwendung eines geeigneten Conditioners wird der Schmelz aufgeraut, Schmelzprismen freigelegt und der aufgetragene Kunststoffilm kann sogenannte "Zapfen" bilden, die eine ausreichende mechanische Haftung ermöglichen.

BUONOCORE (1955) empfiehlt ein Anätzen mit 50 %iger Phosphorsäure.

SILVERSTONE (1974) berichtet, daß sich 30 %ige Phosphorsäure als günstigste Ätzflüssigkeit erwies. BUONOCORE (1955), LENZ und MÜHLEMANN (1963) gelangten zu der Auffassung, daß die Anätzung des Schmelzes als ungefährlich anzusehen ist, da selbst angeätzte Stellen, die nicht mit Versiegler bedeckt wurden, innerhalb weniger Tage remineralisiert sind. GAEDECKE (1978) zeigte in einer umfassenden Untersuchung zum Problem der Anätzung, daß eine genaue Einhaltung der vom Hersteller angegebenen Einwirkzeit wichtig ist, da bei Überschreitung der Zeit die Schmelzoberfläche porös aufgelockert wird und dazu neigt, zusammen mit dem Kunststoffilm abzureißen. Hier dürfte nach unserer Meinung eine wichtige Fehlerquelle für negative Ergebnisse mit der Säureätztechnik liegen.

Weiterhin zeigte GAEDECKE durch elektronenmikroskopische Aufnahmen, daß die Versiegler durch ihr hohes Fließvermögen und ihre Haftfestigkeit - es waren keine Spalten zwischen Schmelz und Versiegler zu erkennen - in der Lage sind, vorhandene Fissuren dicht abzuschließen, wodurch die Transportwege für kariogene Noxen gesperrt sind.

Selbst auf dem Fissurengrund verbliebene Mikroorganismen stellen somit keine Gefahr mehr dar, da ihnen die Substratzufuhr fehlt und sie zugrunde gehen.

Es bestätigte sich auch die Möglichkeit - aufgrund des hohen Fließvermögens der Versiegelungslacke - geringe Füllungsrandspalten und Schmelzsprünge abzudichten (IHLOW, 1980).

Dies ist für eine erweiterte Indikation der Fissurenversiegelung von großer Wichtigkeit.

HAMMLER (1973) stellte fest, daß auch nach Verlust des Versiegelungsfilms auf der Zahnoberfläche noch genügend Anteile im Schmelzgefüge zurückbleiben, um einen Transport kariogener Substanzen zu unterbinden. Hiermit ist das in vielen klinischen Untersuchungen aufgetretene Phänomen erklärbar, daß auch nach klinischem Verlust der Lackschicht im Vergleich zu unversiegelten Zähnen kaum eine Karies entstanden ist.

Ein zweiter wichtiger Aspekt der Verwendung von Conditioner vor der Versiegelung ist die durch ihn erzielte Reinigung der Schmelzoberfläche von organischen Belägen.

Die absolute Sauberkeit der zu versiegelnden Flächen ist eine *conditio sine qua non* für eine ausreichende Haftung des Versieglers an der Schmelzoberfläche.

Die nach mechanischer Reinigung mit Bimsstein und Bürste eventuell an schwer zugänglichen Stellen verbliebenen Plaquereste werden durch das Auftragen der Phosphorsäure vernichtet.

GWINNETT und MATSUI (1967) zeigten in einer mikroskopischen Untersuchung, daß die nach Anätzen und Versiegeln von Zähnen entstandenen Lackzipfel eine Länge von 10 bis 25 µm haben.

NEWESELY (1974) ist der Ansicht, daß das Anätzen zu tiefen Strukturveränderungen des Schmelzes führen kann.

Auch BÜTTNER (1979) glaubt, daß durch das Ätzen ein Mikroschaden gesetzt wird, bei dem eine initial hohe Fluoridkonzentration in der Schmelzoberfläche entfernt wird.

Diesen theoretischen, aus der Sicht des Chemikers gemachten Überlegungen widersprechen jedoch die klinischen Erfahrungen. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß bei den zahlreichen kli-

nischen Untersuchungen zur Versiegelung mittels Säureätztechnik kein einziger Fall bekannt wurde, bei dem nachweislich ein Schaden durch das Anätzen des Schmelzes gesetzt wurde.

III. MATERIAL UND METHODE

Als Versiegelungsmaterialien dienten drei im Handel befindliche Kunststoffe, die eine vorherige Anätzung des Schmelzes zur Erlangung einer ausreichenden Haftung voraussetzen. Es handelt sich um die Versiegler:

- A. Contact-Seal (selbsthärtend, durch beigemischten Katalysator) der Firma Vivadent
- B. Estiseal LC (UV-lichthärtend),
- C. Estiseal SC (selbsthärtend) der Firma Kulzer

Alle drei gehören zur Gruppe der Diacrylate.

Als viertes Material wurde der Fluorlack

D. Elmex Fluor Protector der Firma Vivadent mit in die Untersuchung einbezogen, welcher chemisch gesehen zu den Polyurethanen zählt. Er haftet ohne Anätzen auf der Zahnoberfläche und soll ein dauernder Fluorabscheider sein, also kein Versiegler im eigentlichen Sinne.

Vor Applikation aller Lacke wurden die vorgesehenen Zähne (Prämolaren und Molaren) mittels Bürstchen, Bimsstein und Schlämme sorgfältig gereinigt. Anschließend wurden die Zähne abgespült und mit Druckluft in einen klinisch trockenen Zustand versetzt. Hierauf wurden die für eine Versiegelung mit den Materialien A bis C vorgesehenen Flächen (Fissuren und Grübchen) mit der vom jeweiligen Hersteller mitgelieferten Ätzflüssigkeit angeätzt, wiederum abgespült und getrocknet. Es wurde auf die genaue Einhaltung der vom Hersteller angegebenen Einwirkzeit geachtet, ebenso auf die Vermeidung jeglichen Kontaktes der angeätzten Flächen mit Speichel.

Anschließend wurden die Versiegelungslacke mit kleinen Pinseln auf den entsprechenden Flächen (Fissuren, Grübchen, Füllungs-ränder) appliziert.

Der Elmex Fluor Protector konnte direkt nach der Zahnreinigung aufgetragen werden, der Ätzvorgang entfiel.

Bei jedem Probanden wurden alle vier Materialien appliziert - jeweils ein Lack pro Quadrant -, um Aussagen über das Verhalten im selben Mundmilieu treffen zu können.

Um nicht einen Lack immer in demselben, eventuell generell von kariösen Läsionen besonders betroffenen Quadranten zu applizieren, wurde anhand des Geburtstages des Probanden eine zufällige Auswahl getroffen, welches Material in welchem Quadranten zu applizieren war.

Hierzu wurde der Geburtstag durch vier dividiert.

War eine Zahl ohne verbleibenden Rest durch vier teilbar, wurde Material A im vierten Quadranten appliziert. Bei einem verbleibenden Rest bezeichnete dieser den Quadranten, in dem Material A gelegt wurde.

So entstanden vier Gruppen:

1. Für an einem 4., 8., 12. usw. Geborene blieb kein Rest, also wurde Material A im 4. Quadranten gelegt.

Versiegelungsschema: B C
A D

2. Für an einem 1., 5., 9. usw. Geborene blieb ein Rest von 1, Material A wurde im 1. Quadranten appliziert.

Versiegelungsschema: A B
D C

3. Für an einem 2., 6., 10. usw. Geborene blieb ein Rest von 2, Material A wurde im 2. Quadranten gelegt.

Versiegelungsschema: D A
C B

4. Für an einem 3., 7., 11. usw. Geborene blieb der Rest von 3, Material A kam also in den 3. Quadranten.

Versiegelungsschema: C D
B A

Die Versiegelung wurde an 594 Zähnen bei 53 Probanden beiderlei Geschlechts im Alter zwischen 4 und 35 Jahren durchgeführt. Versiegelt wurden alle Prämolaren und Molaren, die nach Inspektion mit Spiegel und Sonde klinisch kariesfrei waren, sowie Zähne mit leicht bräunlich verfärbten Fissuren, bei denen die Sonde nicht steckenblieb, und mit Amalgamfüllungen und Inlays

versorgte Zähne.

Mit einbezogen wurden ferner einige Zähne, bei denen mit der Sonde ein leichter Füllungsrandspalt tastbar war.

Insgesamt wurden 594 Zähne versiegelt, im einzelnen waren dies:

- 18 Milchmolaren (m1 und m2),
- 232 Prämolaren (P1 und P2),
- 206 Molaren (M1, M2 und M3),
- 138 gefüllte Zähne (P1, P2, M1, M2, M3),
davon 46 mit tastbarem Randspalt
(genaue Aufstellung siehe Tab. 6).

Vor Behandlungsbeginn wurde ein genauer Befundstatus erhoben, in dem auch der gemessene Zeitaufwand und die Kontrolluntersuchungen registriert wurden (Bogen 1, 2 und 3).

Die Nachkontrolle fand nach einer Liegedauer des Versiegelungsmaterials von 1, 6, 12, 18 und 24 Monaten statt. Hierbei wurden sowohl der Zustand des Versiegelungsfilms als auch der klinische Zustand der versiegelten Zähne in Bezug auf eine eventuell entstandene Karies sorgfältig überprüft.

Die Kriterien für die Beurteilung des Versiegelungsfilms waren:

- 0 - vollständig erhalten
- 1 - teilweise erhalten
- 2 - vollständig verlorengegangen.

Die Kriterien für die Diagnose bezüglich einer eventuellen Kariesentstehung waren:

Fissur	approximal	
0	0	- klinisch kariesfrei
1	1	- leicht bräunlich verfärbt
2	2	- kariöse Läsion.

Der Zeitaufwand für alle zur Versiegelung notwendigen Arbeitsschritte wurde für jedes Material folgendermaßen vermerkt:

1. Zeitaufwand während einer 4-wöchigen Einarbeitungsphase.
2. Zeitaufwand nach der Einarbeitungsphase
 - a. ohne HelferIn
 - b. mit HelferIn.

B E F U N D E R H E B U N G

Name:

Vorname:

Adresse:

Tel.-Nr.:

Geb.Dat.:

Geschlecht:

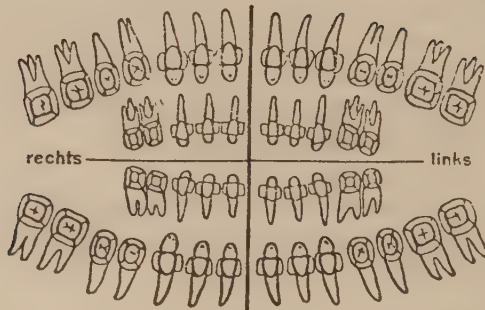
1. Behandlungstag:

Nachkontrolle: 1 2 3 4 5

Datum:

Versiegelungsschema:

Mundbefund:



schwarz: Amalgamfüllung

blau : Goldgußfüllung

grün : Kunststoff-, Silikat-, Zementfüllung

rot : kariöse Läsion

Quadrant	I				II				III				IV			
Zahn	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8	

Fissur

0=klin. o. B.
 1=leicht br. verfärbt
 2=kariöse Läsion

approximal

0=klin. o. B.
 1=leicht br. verfärbt

Fissur

0=offen, sauber
 1=eng, sauber
 2= Sonde steckengebl.

Ort d. Versiegelung

a=Fissur/Grübchen
 b=approximal
 c=total
 d=Füllung
 dR=Füllungsrandsp.
 m. Sonde tastbar

Versiegelungsschema
 /Material

A=Contact-Seal
 B=Estiseal LC
 C=Estiseal SC
 D=Fluorprotector

Arbeitsschritte
 d. Versiegelung

- 1.säubern
- 2.spülen
- 3.trockenlegen
- 4.ätzen
- 5.spülen
- 6.trockenlegen
- 7.trocknen Luft
- 8.versiegeln
- 9.polymerisieren
- 10.Übersch.entf.
- 11.spülen
- 12.prüfen
- 13.finieren

Gesamtzeit (sec.)

Kontrollbogen

Quadrant	Zahn	I					II					III					IV				
		4	5	6	7	8	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8
1. Kontrolle																					
Kariesbef./Fissur																					
0=klin.kariesfrei																					
1=leicht br. verfärbt																					
2=kariöse Läsion																					
approximal																					
0=klin.kariesfrei																					
1=leicht br.verfärbt																					
2=kariöse Läsion																					
Versiegelungsfilm																					
0=vollst.erhalten																					
1=occl.abrad./																					
Fissur intakt																					
2=vollst.verloren-																					
gegangen																					
nachversiegelt																					
Zeit																					

IV. EIGENE UNTERSUCHUNGSBEFUNDE

Von den 53 Probanden konnten 51 regelmäßig alle sechs Monate über die gesamte Dauer von 24 Monaten nachuntersucht werden. Für die Endauswertung schieden somit 2 Probanden aus. Die Gesamtzahl der versiegelten Zähne nach Ober- und Unterkiefer getrennt, sowie der Zustand des jeweiligen Zahnes gehen aus Tabelle 4 und 5 hervor. Tabelle 6 zeigt die Werte für Ober- und Unterkiefer zusammengefaßt. Tabelle 7 zeigt die Gesamtzahl der versiegelten Zähne nach Altersgruppen der Probanden aufgeteilt. Eine Vorauswertung ergab, daß ein geschlechtsgebundener Unterschied hinsichtlich der Liegedauer und der Wirksamkeit des Versieglers nicht bestand, so daß eine Unterteilung nach Geschlechtern fortgelassen wurde (siehe Diagramm 6).

F = Füllung
 kk = klinisch kariesfrei
 br.v.F. = bräunlich verfärbte Fissur

Zahn	n	F	kk	br.v.F
m1	5	5	-	-
m2	5	1	4	-
P1	79	17	48	14
P2	72	11	53	8
M1	76	24	43	9
M2	61	21	33	7
M3	14	1	12	1
Summe	312	80	193	39

Tab. 4: Übersicht der versiegelten Zähne im Oberkiefer

Zahn	n	F	kk	br.v.F
m1	5	2	3	-
m2	3	-	3	-
P1	71	16	51	4
P2	64	10	45	9
M1	62	21	36	5
M2	66	15	44	7
M3	11	2	9	-
Summe	282	66	191	25

Tab. 5: Übersicht der versiegelten Zähne im Unterkiefer

Zahn	n	F	kk	br.v.F
m1	10	7	3	-
m2	8	1	7	-
P1	150	33	99	18
P2	136	21	98	17
M1	138	45	79	14
M2	127	36	77	14
M3	25	3	21	1
Sum.	594	146	384	64

Tab. 6: Übersicht der versiegelten Zähne Ober- und Unterkiefer zusammengefaßt

Altersgruppe	Zahn	n	F	KK	br.v.F	Anz. d. Personen
2 - 6 Jahre	m1	5	3	2	-	2
	m2	3	-	3	-	
	P1	-	-	-	-	
	P2	-	-	-	-	
	M1	6	-	6	-	
	M2	-	-	-	-	
	M3	-	-	-	-	
7 - 14 Jahre	m1	5	4	1	-	22
	m2	5	1	4	-	
	P1	38	6	28	4	
	P2	20	4	16	-	
	M1	62	14	40	8	
	M2	12	2	8	2	
	M3	-	-	-	-	
15 - 35 Jahre	m1	-	-	-	-	29
	m2	-	-	-	-	
	P1	112	27	71	14	
	P2	116	17	82	17	
	M1	70	31	33	6	
	M2	115	34	69	12	
	M3	25	3	21	1	

Tab. 7: Übersicht der versiegelten Zähne, nach Altersgruppen unterteilt

F = Füllung
 KK = klin. kariesfrei
 br.v.F = bräunlich verfärbte Fissur

Die 594 Zähne wurden mit vier verschiedenen Materialien versiegelt.

Im einzelnen waren dies:

146 Zähne mit A-Contact-Seal

157 Zähne mit B-Estiseal LC

148 Zähne mit C-Estiseal SC

143 Zähne mit D-Elmex Fluor Protector

Die Zeitmessung für alle Arbeitsschritte der Versiegelung wurde nach folgenden Kriterien durchgeführt:

1. Zeit während der 4-wöchigen Einarbeitungsphase
2. Zeit nach der Einarbeitungsphase
 - a. ohne HelferIn
 - b. mit HelferIn

(siehe Tabellen 8, 9, 10 und 11).

Material	A	B	C	D
1. säubern	60	60	60	60
2. spülen	50	50	50	50
3. trockenlegen (Watterolle)	50	50	50	50
4. ätzen	240	240	240	-
5. spülen	50	50	50	-
6. trockenlegen (Watterolle)	50	50	50	-
7. trocknen (Luft)	45	45	45	45
8. versiegeln	60	60	60	60
9. polymerisieren	60	80	60	-
10. Überschuß entfernen	15	15	15	-
11. spülen	10	10	10	10
12. prüfen	15	15	15	15
13. finieren	20	20	20	-
Gesamtzeit (sec.)	725	745	725	290

Tab. 8: Arbeitszeiten, gemessen während der 4-wöchigen Einarbeitungsphase
für die Versiegelung von 2 Prämolaren und 2 Molaren pro Quadrant

Material	A	B	C	D
1. säubern	20	20	20	20
2. spülen	20	20	20	20
3. trockenlegen (Watterolle)	15	15	15	15
4. ätzen	240	240	240	-
5. spülen	20	20	20	-
6. trockenlegen (Watterolle)	15	15	15	-
7. trocknen (Luft)	40	40	40	40
8. versiegeln	45	45	45	40
9. polymerisieren	60	80	60	-
10. Überschuß entfernen	5	5	5	-
11. spülen	10	10	10	10
12. prüfen	5	5	5	5
13. finieren	10	10	10	-
Gesamtzeit (sec.)	505	525	505	150

Tab. 9: Arbeitszeiten, gemessen nach einer 4-wöchigen Einarbeitungsphase
ohne Helferin für die Versiegelung von 2 Prämolaren und 2 Molaren
pro Quadrant

Material	A	B	C	D
1. säubern	15	15	15	15
2. spülen	10	10	10	10
3. trockenlegen (Watterolle)	10	10	10	10
4. ätzen	240	240	240	-
5. spülen	10	10	10	-
6. trockenlegen (Watterolle)	10	10	10	-
7. trocknen (Luft)	25	25	25	25
8. versiegeln	40	40	40	35
9. polymerisieren	60	80	60	-
10. Überschuß entfernen	5	5	5	-
11. spülen	10	10	10	10
12. prüfen	5	5	5	5
13. finieren	10	10	10	-
Gesamtzeit (sec.)	450	470	450	110

Tab. 10: Arbeitszeiten, gemessen nach einer 4-wöchigen Einarbeitungsphase mit HelferIn für die Versiegelung von 2 Prämolaren und 2 Molaren pro Quadrant

	Arbeitszeiten während 4-wöch. Einarbeitungs- phase pro Qua- drant, ohne Helferin	Arbeitszeiten nach 4-wöch. Einarbeitungs- phase pro Qua- drant, ohne Helferin	Arbeitszeiten nach 4-wöch. Einarbeitungs- phase pro Qua- drant, mit Helferin
1. säubern	60	20	15
2. spülen	50	20	10
3. trockenlegen (Watterolle)	50	15	10
4. ätzen	240	240	240
5. spülen	50	20	10
6. trockenlegen (Watterolle)	50	15	10
7. trocknen (Luft)	45	40	25
8. versiegeln	60	45	40
9. polymerisieren	60	60	60
10. Überschuß entfernen	15	5	5
11. spülen	10	10	10
12. prüfen	15	5	5
13. finieren	20	10	10
Gesamtzeit (sec.)	725	505	450

Tab. 11: Veränderung der Arbeitszeiten am Beispiel von Material A
(Contact-Seal)

Wie aus den Tabellen 8, 9, 10 und 11 ersichtlich wird, verringerten sich die gemessenen Zeiten für die einzelnen Arbeitsschritte nach einer 4-wöchigen Einarbeitungsphase ganz erheblich, eine weitere Zeitersparnis brachte die Mitarbeit einer versierten Helferin. Die Zeiten für die verschiedenen Materialien differierten nur geringfügig - mit Ausnahme des Elmex Fluor Protectors. Für dessen Applikation wurde nur etwa ein Drittel der bei den restlichen Materialien gemessenen Zeit benötigt, da bei ihm das Anätzen und mehrere andere Arbeitsschritte wegfielen.

Grundsätzlich wurden bei jedem Probanden alle zur Versiegelung geeigneten Zähne behandelt, es wurden keine unversiegelten Kontrollzähne belassen. Bei 53 Probanden ergibt das einen Durchschnitt von 11,2 versiegelten Zähnen pro Patient.

Die Kontrolle bezüglich des Versiegelungsfilms wurde mit der Sonde durchgeführt und nach folgenden Kriterien beurteilt:

- 0 = Versiegelungsfilm vollständig erhalten
- 1 = Versiegelungsfilm teilweise erhalten
- 2 = Versiegelungsfilm vollständig verlorengegangen.

In den folgenden Diagrammen 1 - 4 wird die Liegedauer der einzelnen Materialien in Fissuren, Grübchen und Füllungsrandspalten - einmal in absoluten Zahlen, zum anderen in Prozent - in Abhängigkeit von der Zeit graphisch dargestellt.

Hierbei bedeuten:



= Versiegelungsfilm vollständig erhalten



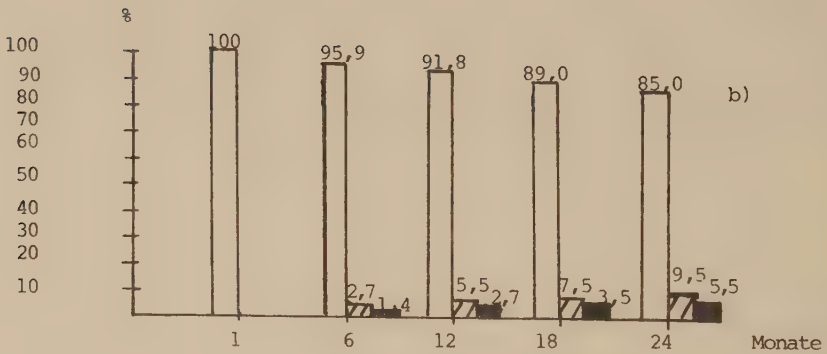
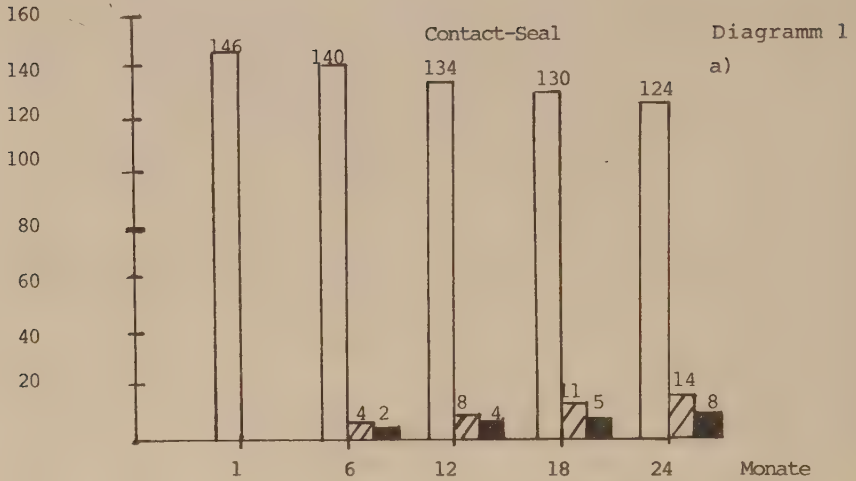
= Versiegelungsfilm teilweise erhalten



= Versiegelungsfilm vollständig verlorengegangen.

Bei den regelmäßigen Nachuntersuchungen konnte festgestellt werden, daß bei allen Versiegelungsmaterialien der Versiegelungsfilm auf den Artikulationsflächen bereits nach wenigen Monaten vollständig abradiert war. Dieser Befund ist positiv zu werten, da eine theoretisch anzunehmende Bißerhöhung durch den aufgetragenen Versiegelungsfilm nicht entsteht.

Anzahl der Zähne

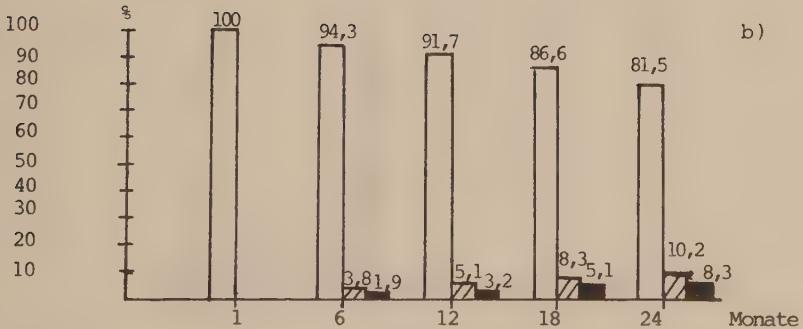
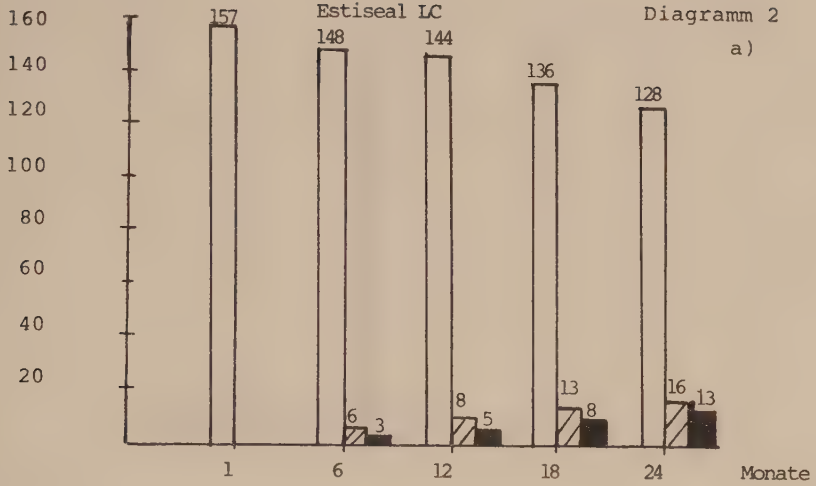


Liegedauer von Contact-Seal

a) in absoluten Zahlen

b) in Prozent

Anzahl der Zähne

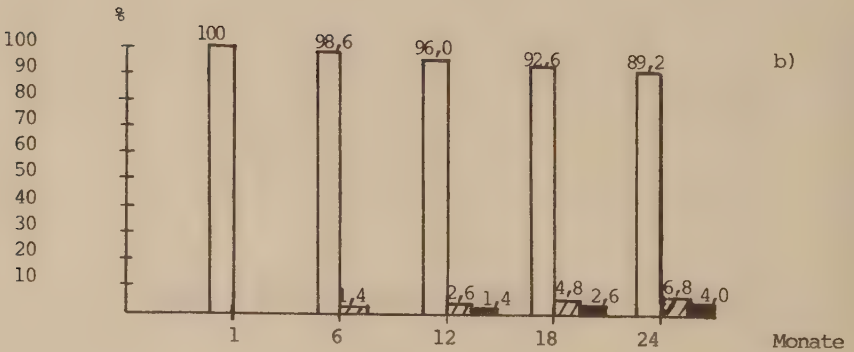
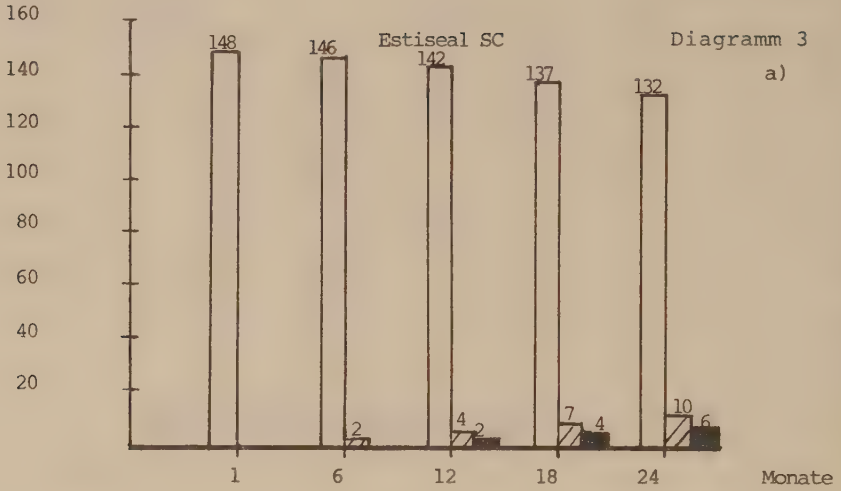


Liegedauer von Estiseal LC

a) in absoluten Zahlen

b) in Prozent

Anzahl der Zähne

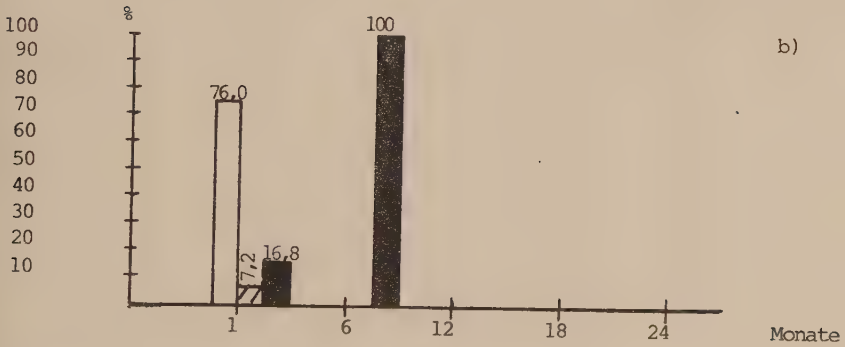
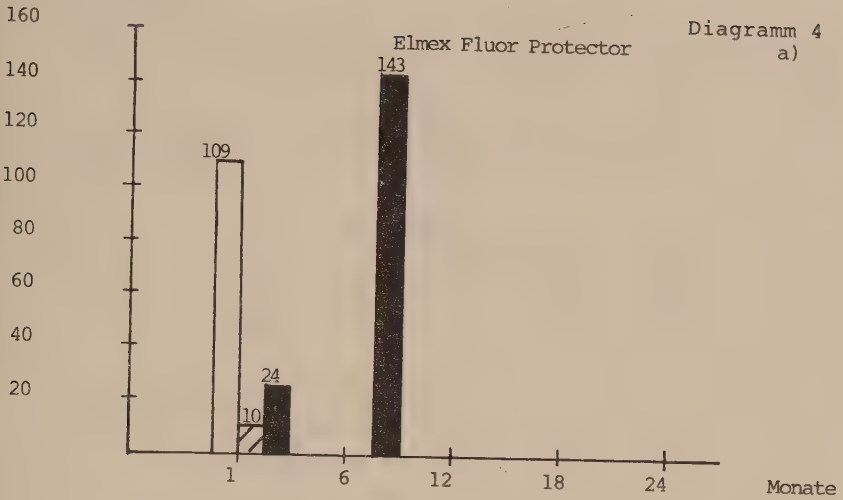


Liegedauer von Estiseal SC

a) in absoluten Zahlen

b) in Prozent

Anzahl der Zähne



Liegedauer von Elmex Fluor Protector

a) in absoluten Zahlen

b) in Prozent

In den folgenden Diagrammen 5 - 7 wurden nur Zähne berücksichtigt, für welche die Diagnose "Versiegelungsfilm vollständig erhalten" zutraf.

Diagramm 5 zeigt eine Gesamtübersicht über die Liegedauer der verwendeten Versiegelungsmaterialien auf allen Zähnen (männlich und weiblich).

Diagramm 6 zeigt die Liegedauer der Versiegelungsfilme auf allen Zähnen nach Geschlechtern getrennt.

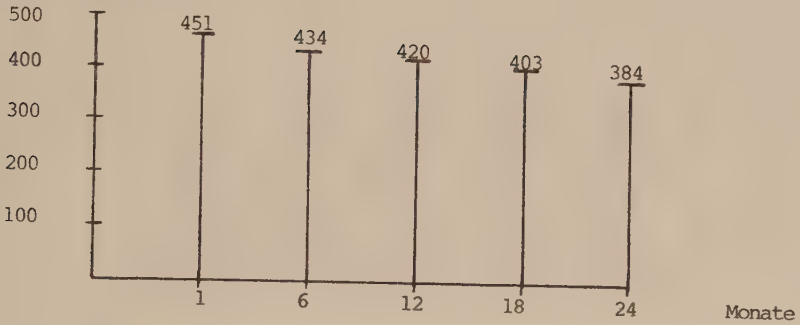
Da kein geschlechtgebundener Unterschied feststellbar war, wurde diese Unterteilung in allen anderen Diagrammen und Tabellen fortgelassen.

Diagramm 7 veranschaulicht die Liegedauer der Versiegelungsmaterialien auf Fissuren und Grübchen im Vergleich zu der auf Zähnen mit Füllungen. Es wurde davon ausgegangen, daß alle Füllungen einen - wenn auch unterschiedlich großen - Randspalt aufweisen. Von den 146 gefüllten Zähnen wiesen 42 Füllungen sogar einen mit der Sonde tastbaren Randspalt auf. Da der El-mex Fluor Protector erwartungsgemäß bei der 2. Nachkontrolle (nach 6 Monaten) auf allen Zähnen nicht mehr vorhanden war, da er kein Versiegler im eigentlichen Sinne ist, wurden die 143 mit ihm behandelten Zähne in den Diagrammen 5 - 7 nicht mehr berücksichtigt.

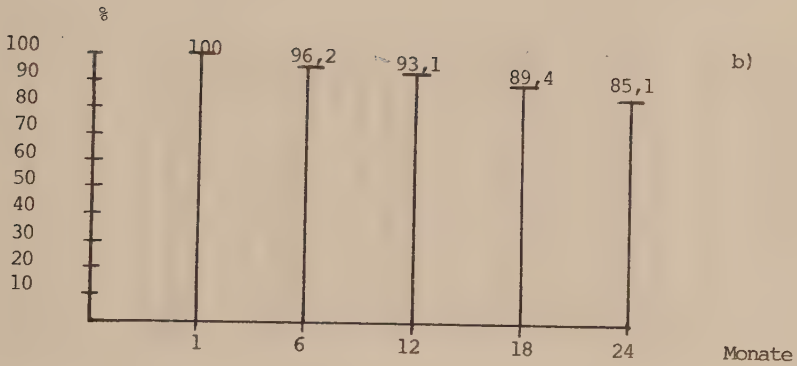
Diagramm 5

a)

Anzahl der Zähne



Monate



b)

Monate

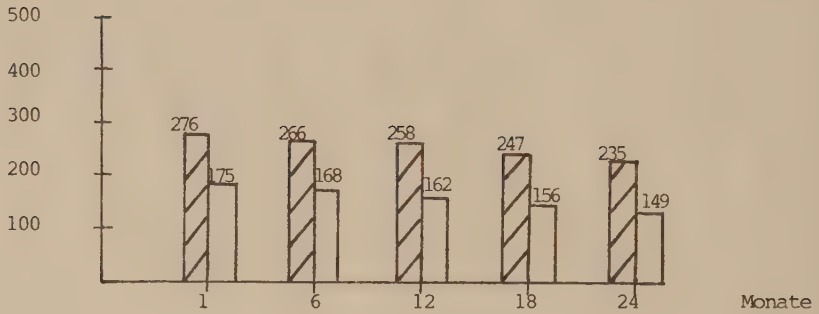
Durchschnittliche Liegedauer aller Versiegelungsfilme auf allen versiegelten Zähnen, männlich und weiblich zusammengefaßt.

a) in absoluten Zahlen

b) in Prozent

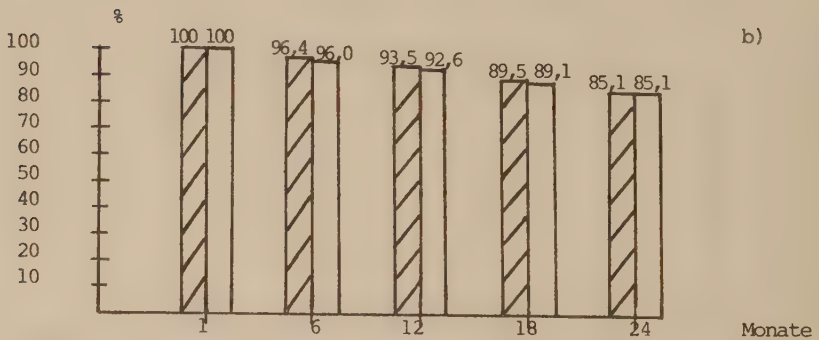
Diagramm 6

a)



 = männlich

 = weiblich



b)

Liegedauer der Versiegelungsfilme auf allen Zähnen nach Geschlechtern getrennt.

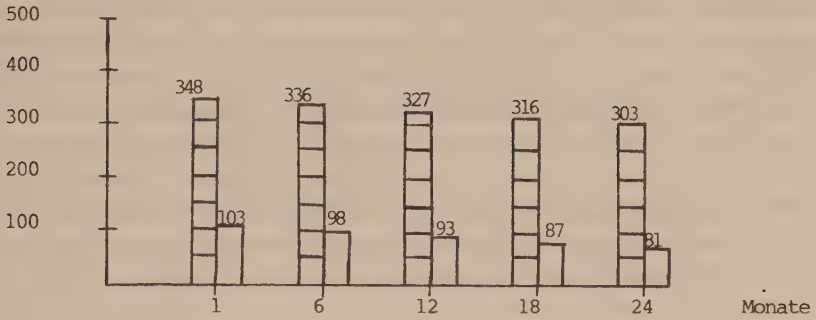
a) in absoluten Zahlen

b) in Prozent

Diagramm 7

a)

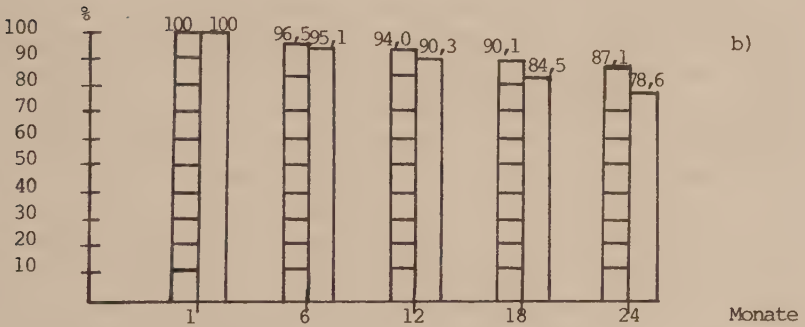
Anzahl der Zähne



= Versiegelungsfilm auf Fissuren und Grübchen



= Versiegelungsfilm auf Zähnen mit Füllungen



b)

Liegedauer der Versiegelungsfilme auf Fissuren und Grübchen im Vergleich zu der auf gefüllten Zähnen.

a) in absoluten Zahlen

b) in Prozent

Nachkontrolllle bezüglich der Entstehung von Karies:

Vor Beginn der Versiegelung wurde ein genauer Befund der zu versiegelnden Flächen jedes einzelnen Zahnes erhoben, um eine eventuelle Veränderung feststellen zu können (siehe Befundbogen 1 und 2). Als Ergebnis der 24-monatigen Versuchsdauer kann festgestellt werden, daß an nur einem Zahn eine Fissurenkaries entstand. Dieser Zahn wies zu Beginn der Untersuchung bereits eine leicht bräunlich verfärbte Fissur auf und war mit dem Elmex Fluor Protector behandelt worden. Alle anderen Zähne - auch jene, die zu Beginn eine bräunlich verfärbte Fissur aufwiesen und solche, deren Füllungen einen tastbaren Randspalt besaßen - zeigten nach 24 Monaten keine Erweichung der Zahnhartsubstanz und somit keine kariöse Läsion.

V. DISKUSSION

Das Hauptproblem in der Kariesbekämpfung stellt noch immer die Fissuren- und Grübchenkaries an Prämolaren und Molaren, insbesondere bei Kindern und Jugendlichen dar.

So fand SIELING (1982) bei 7-jährigen Kindern 98,3 % der Sechsjahrmolaren im Fissurenbereich und nur 1,7 % im Approximalbereich kariös.

MARTHALER (1966) stellte fest, daß 98 % aller Sechsjahrmolaren bei 14-jährigen Kindern Fissurenkaries haben.,

Die Ursachen für die hohe Kariesprävalenz der Fissuren sieht PURUCKER (1983), der umfangreiche rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen zu diesem Thema durchführte, als Resultat der Retentionsform der Fissuren, verknüpft mit dem Vorhandensein einer dünnen Schmelzschicht am Fissurenboden und der Unzugänglichkeit dieses Bereiches für Mundhygienemaßnahmen. Eine Hypomineralisation oder minderwertige Schmelzstruktur in diesem Bereich fand er nicht, sie kommen demnach nicht regelmäßig vor.

Die bisherigen Methoden der Kariesprophylaxe zeigen gerade in diesem Bereich der höchsten Kariesprävalenz, wie alle neueren Untersuchungen zeigen, die geringste Wirkung. So hat man zwar mit Mundhygiene- und Fluoridierungsmaßnahmen gute Erfolge im Frontzahn- und Glattflächenbereich erzielt, die Werte der Fissuren- und Grübchenkaries besserten sich jedoch nur unwesentlich.

PURUCKER (1983) zeigte, daß aufgrund der Enge der Fissuren, die an den tiefsten Stellen nur 40 - 50 µm breit sind, der Fissurengrund für die Borsten einer Zahnbürste, welche ca. 200 µm Durchmesser haben, unerreichbar bleibt.

Die geringe Wirkung der Trinkwasserfluoridierung gerade in diesem wichtigen Bereich der Fissuren und Grübchen stellten u.

a. HOROWITH und PETERSON (1966) sowie BACKER DIRKS (1965) fest.

Eine Kausaltherapie der Karies, also eine völlige Beseitigung

ihrer Ursachen, ist nicht möglich. Ein plaquefreier Zustand der Zähne und hier besonders der Fissuren bleibt unerreichbar, die Mikroorganismen sind nicht aus der Mundhöhle zu verbannen. Aufgrund dieser Überlegungen bemühte man sich in der Kariesforschung der letzten Jahre mehr um die Aufklärung des Mechanismus einer Kariesentstehung als um die weitere Erforschung ihrer Ursachen und deren Bekämpfung.

Hierbei kam man zu einer mehr physiko-chemischen Betrachtungsweise, die zu folgender Erkenntnis führte: Eine Karies kann nur entstehen, wenn schmelzauflösende Stoffe in den Zahnschmelz eindringen und die gelösten Stoffe heraustransportiert werden. Maßnahmen, die diesen Transport wirksam unterbinden, müssen eine Karies unmöglich machen (LENZ, 1974).

Auf der Suche nach geeigneten Maßnahmen kam man zur Fissurenversiegelung, bei der die Transportwege durch einen fest an der Schmelzoberfläche haftenden Kunststofflack gesperrt und die Fissuren für kariogene Noxen unangreifbar werden.

Die kariesprophylaktische Wirkung der Fissurenversiegelung gilt heute aufgrund zahlreicher klinischer Untersuchungen u. a. von BUONOCORE (1955, 1970), SVEEN (1971), ROCK (1973, 1974), MOHR (1979), IHLOW (1980) als erwiesen.

Die Ablehnung, auf die - trotz aller Erfolge - die Versiegelungstechnik noch immer bei einigen Autoren stößt, beruht zum großen Teil auf der Tatsache, daß praktisch bei allen im Handel befindlichen, klinisch erprobten Materialien eine vorherige Anätzung des Schmelzes nötig ist.

BÜTTNER (1979) sieht hierin eine "Verletzung" gesunder Zahnhartsubstanz, was eine Zerstörung der anfangs hohen Fluoridkonzentration zur Folge haben soll.

NEWSELY (1974) ist der Ansicht, daß eventuell unter dem Versiegelungsfilm verbliebene Säurereste einen schädlichen Einfluß auf die Zahnhartsubstanz ausüben können.

Demgegenüber steht die durchaus positive Bewertung der Schmelzanätzung durch andere Autoren, die sich ebenfalls eingehend mit diesem Problem beschäftigten. GWINNETT und BUONOCORE (1965) stellten fest, daß durch eine 60 Sekunden dauernde Ätzung ca.

5 - 10 Mikron von der Schmelzoberfläche entfernt werden. Dies ist ein Wert, der ohne weiteres auch durch den Genuß säurehaltiger Getränke oder durch Fruchtsäure (Zitronen, Apfelsinen etc.) sowie durch natürliche Abrasion erreicht wird. BUONOCORE (1955), LENZ und MÜHLEMANN (1963) gelangten zu der Auffassung, daß die Anätzung des Schmelzes als ungefährlich anzusehen ist, da selbst angeätzte Stellen, die nicht mit Versiegler bedeckt wurden, innerhalb weniger Tage remineralisiert sind.

GAEDECKE (1978) zeigte in einer umfassenden Untersuchung zum Problem der Anätzung, daß eine genaue Einhaltung der vom Hersteller angegebenen Einwirkzeit von äußerster Wichtigkeit ist, da bei Überschreitung der Zeit die Schmelzoberfläche porös aufgelockert wird und dazu neigt, zusammen mit dem Kunststoffilm abzureißen.

Zur Frage von unter dem Versiegelungsfilm verbliebenen Mikroorganismen stellte GAEDECKE fest, daß aufgrund des hohen Fließvermögens der Versiegler die vorhandenen Fissuren dicht abgeschlossen werden, was eine Substratzufuhr für die Mikroorganismen unmöglich macht.

JERONIMUS (1975) konnte nachweisen, daß unter dem Versiegelungsfilm verbliebene Mikroorganismen nach 4 Wochen zu 90 % ihre Lebensfähigkeit verloren hatten. Diese Feststellung erklärt auch die Tatsache, daß bei der vorliegenden Untersuchung von den 64 Zähnen mit bräunlich verfärbten Fissuren nach 24 Monaten Kontrollzeit nur ein Zahn eine klinisch diagnostizierbare kariöse Läsion aufwies. Dieser Zahn war mit Elmex Fluor Protector - also keinem Versiegler im eigentlichen Sinne - behandelt worden.

In der vorliegenden Arbeit wurde die ursprünglich strenge Indikation, nur absolut kariesfreie, nicht gefüllte Zähne zu versiegeln, bewußt sowohl auf Zähne mit bräunlich verfärbten Fissuren als auch mit Füllungen versehene Zähne ausgedehnt. Von den 146 gefüllten Zähnen wiesen 42 Füllungen einen mit der Sonde tastbaren Randspalt auf.

Die Liegedauer des Versiegelungsfilms auf gefüllten Zähnen im Vergleich zu der auf Fissuren und Grübchen bei ungefüllten

Zähnen veranschaulicht Diagramm 7. Es ist festzustellen, daß die Werte für die Liegedauer auf gefüllten Zähnen nur um ca. 6 % unter denen für ungefüllte Zähne liegen.

Ein erstaunliches Ergebnis, da nur eine einseitige Schmelzätzung möglich ist - die andere Fläche bildet die Füllung - was einigen Autoren eine Füllungsrandspaltversiegelung unmöglich erscheinen ließ.

Die verschiedenen Materialien unterschieden sich in ihrer Verarbeitung und Liegedauer nur unwesentlich (ausgenommen Elmex Fluor Protector).

Nach 24 Monaten waren die Zähne noch zu über 80 % versiegelt, bei einem Material sogar zu 89 %.

Bei regelmäßiger Kontrolle (alle 6 Monate) mußten nach 24 Monaten also durchschnittlich 15 % der Zähne nachversiegelt werden. Das sind 2 - 3 Zähne pro Patient, wenn man davon ausgeht, daß zu Beginn 16 Zähne (8 Prämolaren, 8 Molaren) versiegelt wurden. Ein vergleichsweise sehr geringer Aufwand, wenn man voraussetzt, daß in diesen 24 Monaten kein Zahn kariös geworden ist. Eine Nachversiegelung nach 2 Jahren ist also zu empfehlen.

Auch die Wirtschaftlichkeit und vor allem die praktische Anwendbarkeit, insbesondere für den frei praktizierenden Zahnarzt, sollte in dieser Arbeit überprüft werden.

Hierzu kann festgestellt werden, daß die Dauer für die Applikation der Versiegelung pro Quadrant (2 Prämolaren, 2 Molaren) nach einer 4-wöchigen Einarbeitungszeit unter Mitarbeit einer Helferin bei ca. 450 Sekunden, also rund 7,5 Minuten liegt. Eine Zeit, die in etwa für das Legen einer einzigen einflächigen Amalgamfüllung (Präparieren der Kavität, Exkavieren, inspizieren, trockenlegen, Unterfüllung, Stopfen, ausarbeiten) von einem erfahrenen Zahnarzt benötigt wird.

An diesem Punkt müssen konstruktive Vorschläge bezüglich einer Aufnahme der Fissurenversiegelung in den Leistungskatalog der Krankenkassen ansetzen.

Wenn in der gleichen Zeit, in der ein einziger kariöser Zahn

mit einer einflächigen Füllung - bewertet mit 20 Punkten, z. Z. etwa DM 24,-- - versorgt wird, vier Zähne dauerhaft und mit großer Sicherheit vor Karies geschützt werden können, muß eindringlich die Frage gestellt werden, warum noch immer der Entfernung bereits erkrankter Zahnhartsubstanz mit all den damit verbundenen Nachteilen (Pulpen-trauma, Belassen infizierten Dentins, Füllungsrandspalten etc.) der Vorrang gegeben wird vor einer Primärprophylaxe, die eine Erkrankung der Zahnhartsubstanz verhindert und zudem den großen psychologischen Vorteil bietet, schmerzfrei, atraumatisch und zahnschonend zu sein, was besonders bei jugendlichen Patienten hilft, ein Vertrauensverhältnis zum Zahnarzt aufzubauen.

Es ist festzustellen, daß von den 582 versiegelten und über 24 Monate nachuntersuchten Zähnen nur ein einziger Zahn kariös wurde, was einer Erfolgsquote von 99,8 % entspricht. Die Tatsache, daß von den insgesamt 594 versiegelten Zähnen 210 schon mit Füllungen versehen waren oder bräunlich verfärbte Fissuren aufwiesen, zeigt, daß die Indikation für eine Fissurenversiegelung ohne Bedenken auch auf diese Zähne ausgeweitet werden kann.

Dies ist von Wichtigkeit, da von vielen Versiegelungsgegnern bisher angenommen wurde, man könne nur naturgesunde, nicht verfärbte Zähne versiegeln, diese seien aber nur bei einem geringen Prozentsatz der Patienten zu finden.

Gerade die "kariesanfälligen" Personen, die schon einige gefüllte Zähne und eventuell bräunlich verfärbte Fissuren aufweisen, gelte es aber vornehmlich vor weiterem Kariesbefall zu schützen. Diese Forderung wird - wie die vorliegende Arbeit zeigt - durch die Fissurenversiegelung erfüllt.

In einer 1977 in den USA begonnenen Studie (National Preventive Dentistry Demonstration Program) wurde von der Annahme ausgegangen, daß über mehrere Jahre hinweg eine große Zahl von Forschungsergebnissen über die Effektivität einzelner prophylaktischer Maßnahmen vorgelegt werden konnte, nun aber eine Zusammenschau der Effektivität und Effizienz der verschiedenen Maß-

nahmen dringend erforderlich sei.

In 10 Kreisen bzw. Städten wurden an ca. 17.000 Schülern im Verlauf von 4 Jahren die Wirkungen und Kosten unterschiedlich kombinierter Prophylaxemaßnahmen getestet.

Das Ergebnis dieses Modellversuchs läßt sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Das "umfassende" Prophylaxeprogramm mit Versiegelung, Applikation fluoridhaltigen Gelées, professioneller Zahnreinigung mit fluoridhaltiger Zahnpaste, Gesundheitserziehung, Verabreichung von Fluoridtabletten war erwartungsgemäß äußerst effektiv, wenn auch sehr teuer.

2. Es zeigte sich, daß die Versiegelung der Kauflächen (Fissuren und Grübchen), welche am wenigsten durch Fluoridanwendung geschützt werden können, die effektivste Maßnahme zum Schutz der Prämolaren und Molaren darstellt.

3. Gesundheitserziehung allein bewirkt so gut wie gar nichts (Bericht des Forschungsinstituts für die zahnärztliche Versorgung, P. J. MÜLLER, 1984).

Aufgrund dieses Modellversuchs wurde im Dezember 1983 in den USA entschieden, daß die Fissurenversiegelung zukünftig Bestandteil der öffentlich geförderten Prophylaxemaßnahmen sein soll (Schreiben des Direktors des National Caries Program, NIDR, an das Forschungsinstitut für die zahnärztliche Versorgung vom 9. 2. 1984).

Die Fissurenversiegelung kann somit als wirksame, in vielen klinischen Untersuchungen ausreichend erforschte und praxisnahe kariesprophylaktische Maßnahme bezeichnet werden, die nunmehr auf breiter Basis angewandt werden sollte.

Zu denken ist hierbei an die Durchführung der Versiegelung in den Schul- und Universitätszahnkliniken, vor allem aber - nach Anerkennung und Honorierung durch die Krankenkassen - die Anwendung der Versiegelungstechnik in den freien Zahnarztpraxen.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

In einer klinischen Untersuchung sollten drei Versiegelungsmaterialien und ein Fluorlack in Bezug auf ihre Wirksamkeit, Haltbarkeit und ihre praktische Anwendbarkeit überprüft werden. Die Materialien waren:

- A. Contact-Seal (selbsthärtend),
- B. Estiseal LC (UV-lichthärtend),
- C. Estiseal SC (selbsthärtend)

und der Fluorlack

- D. Elmex Fluor Protector.

Die Indikation zur Versiegelung wurde bewußt auf Zähne mit Füllungen und auf Zähne mit leicht bräunlich verfärbten Fissuren ausgedehnt.

Bei jedem Probanden wurden alle vier Materialien appliziert, um Aussagen über das Verhalten in demselben Mundmilieu machen zu können.

Versiegelt wurden 594 Zähne bei 53 Probanden beiderlei Geschlechts im Alter von 4 - 35 Jahren.

Nach 24 Monaten Liegezeit waren die Fissuren und Grübchen im Durchschnitt noch zu 85 % versiegelt (mit Ausnahme der mit dem Elmex Fluor Protector behandelten Zähne).

Der Fluorlack Elmex Fluor Protector hielt dem Mundmilieu nur etwa einen Monat stand.

Die Haltbarkeitsdauer der Versiegler auf gefüllten Zähnen lag nur ca. 6 % unter der auf ungefüllten Zähnen.

In der 24-monatigen Kontrollzeit blieben alle versiegelten Zähne bis auf einen kariesfrei. Dieser wies bereits bei Beginn der Untersuchung eine bräunlich verfärbte Fissur auf und war mit dem Elmex Fluor Protector behandelt worden.

Von den 64 versiegelten Zähnen, die bereits zu Beginn der Untersuchung eine Initialkaries in Form von leicht bräunlich verfärbten Fissuren aufwiesen, zeigten 63 auch nach zwei Jahren kein Fortschreiten der Karies.

Die Auswertung der gemessenen Arbeitszeiten ergab, daß für die Versiegelung eines Quadranten (2 Prämolaren, 2 Molaren) etwa

die gleiche Zeit benötigt wird wie für das Legen einer einflächigen Füllung. Dies zeigt, daß die Fissurenversiegelung bezüglich des zeitlichen Aufwands und der entstehenden Kosten in Relation zu dem erzielten Effekt allen anderen derzeitig angewandten Prophylaxemaßnahmen überlegen ist.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

- ALMAN, J. E.: Declining Caries Prevalence-Statistical Considerations
Journal of Dental Research 61,
Sp.Iss.pp.1361-1363, 1982
- BACKER DIRKS, O.: The distribution of caries resistance in relation to tooth surfaces
In: Caries-Resistant Teeth I & A Churchill, LTD, and Ciba Foundation 66, 1965
- BRAUN, J.: Kariesstatistische Längsschnittuntersuchungen bei Berliner Schulkindern im Alter von 9-11 Jahren unter besonderer Berücksichtigung der Behandlungswilligkeit und Behandlungsbedürftigkeit
Md.Dissertation, 1981
- BRUNELLE, J. A. Changes in the Prevalence of Dental
CARLOS, J. P.: Caries in U.S. Schoolchildren, 1961-1980
Journal of Dental Research 61,
Sp.Iss.pp.1346-1351, 1982
- BÜTTNER, W.: Die Versiegelung
ZM. 20, 1274, 1979
- BUONOCORE, M. G.: A simple method of increasing of acrylic filling materials to enamel surfaces
J.Dent.Research 34,
849-853, 1955
- BUONOCORE, M. G.: Adhesivsealing of pits and fissures for caries prevention, with use of ultraviolet light
J.Amer.dent.Ass.80,
324-328, 1970

- DIERLAM, A.: Kariesbefall bei Jugendlichen
ZM. 11, 275-280, 1951
- GAEDECKE, U.: Untersuchungen zum Problem der Anätzung
von Schmelzoberflächen in der Versiege-
lungstherapie
Med. Dissertation, 1978
- GWINNETT, A. J. Adhesives and caries prevention, a pre-
liminary report
BUONOCORE, M. G.: Brit.Dent.J. 119,
77-80, 1965
- GWINNETT, A. J. A study of enamel adhesives. The physi-
cal relationship between enamel and
adhesives
MATSUI, A.: Arch.Oral Biol. 12,
1615-1620, 1967
- HAHNEMANN, K.: Kariesepidemiologische Längsschnitt-
untersuchung der ersten und zweiten Mo-
laren an elf- bis sechzehnjährigen Ber-
liner Schülerinnen und Schülern und
Überlegungen zur Kariesprophylaxe
Med.Dissertation, 1979
- HAMMLER, F.: Elektronenmikroskopische Untersuchungen
über die beginnende artificiell mit Hilfe
der Goldplattentechnik nach Östby in
vivo erzeugte Schmelzkaries
Med.Dissertation, 1973
- HOROWITH, H. S. Evaluation of examine variability and
PETERSON, J. K.: the use of radiographs in determining the
efficiency of community fluoridation
Arch.Oral Biol. 11,
867, 1966

- IHLOW, D.: Klinische Untersuchungen verschiedener Versiegelungsmaterialien zur kariesprophylaktischen Versiegelung von Fissuren und Verhinderung undichter Füllungsrande unter besonderer Berücksichtigung des Zeit- und Kostenfaktors
Med.Dissertation, 1980
- JERONIMUS, D. J. Reduced viability of microorganismus
SVEEN, O. B. under dental sealants
- TILL, M. J.: J.dent.child. 42,
275, 1975
- KANTOROWICZ, A.: Die Epidemiologie der Karies in Deutschland und ihre Beziehung zur Fluorprophylaxe
DZZ 10
292-302, 1955
- KOCH, G.: Evidence for Declining Caries Prevalence in Sweden
Journal of Dental Research 61
1340-1345, 1982
- KÖNIG, K. G.: Kariesprophylaxe
Praxis der Zahnheilkunde
Band I, 2, 1968
- KÖNIG, K. G.: Neues zur Kariesprophylaxe, insbesondere auf dem Gebiet der Mundhygiene
Dtsch.Zahnärztl.Z. 39,
262-266, 1984
- LENZ, H.: Vortrag, gehalten bei der österreichischen Zahnärztetagung in Salzburg, 1974
- LENZ, H. In-vivo and in-vitro affects of saliva
MÜHLEMANN, H. R.: on etched or mechanically markes enamel after certain periods of time
Helv.Odont.Acta, 7,
30-35, 1963

- MARTHALER, T. M.: Advances in fluorine research and dental caries prevention
Pergamon Press Vol. 4, 1966
- MASUHARA, E.: Über die Chemie eines neuen haftfähigen Kunststoff-Füllungsmaterials
Dtsch.Zahnärztl.Z. 24,
620-628, 1969
- MOHR, H.: Klinische Untersuchungen über die Möglichkeit der Versiegelung ohne vorheriges Anätzen durch Anwendung von Bayer 520^R als Haftvermittler für im Handel befindliche Versiegelungsmaterialien
Med.Dissertation, 1979
- MÜLLER, P. J.: Repräsentative Daten zum Zahngesundheitsstatus und zum Zahngesundheitsverhalten in den USA: Ursachen und Folgen verringerter Kariesprävalenz
Informationsschrift des Forschungsinstituts für die zahnärztliche Versorgung
Nr. 2/84, 1984
- NEWESELY, H.: Zur Noxe durch Conditionieren bei der Schmelzversiegelung
Vortrag bei der Arbeitsgemeinschaft für Grundlagenforschung der DG f. ZMK, Kiel
11.1.1974
- PAZUREK, S.: Starker Kariesanstieg, seine Ursache und Bekämpfung
ZM 1, 12-15, 1954
- PURUCKER, P.: Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen der Struktur des Zahnschmelzes im Fissurenbereich. Ein Beitrag zum Problem der Fissurenversiegelung
Med.Dissertation, 1983

- ROCK, W. P.: Fissure sealants: results obtained with two different bis-GMA type sealants after one year
Brit.dent.J. 134,
193, 1973
- ROCK, W. P.: The effect of etching of human enamel upon bond strengths with fissure sealant resins
Arch.Oral biol. 19,
873-877, 1974
- ROCK, W. P.: Fissure sealants: further results of elimical trial
Brit.dent.J. 136,
317, 1974
- ROOS, A.: Der Status praesens der Zahnkaries in der Schweiz
Schweiz.Monatsschr.ZHK 64,
211-224, 1954
- ROSCH, M.: Erfahrung mit der Versiegelung von Fissuren nach der Nuva-Seal-Methode
Zahnärztl.Praxis 6,
147-148, 1974
- SCHÜTZMANNISKY, G.: Die Gefährdung des kindlichen und jugendlichen Gebisses durch Karies und Parodontopathien
Dtsch.Stomat.19,
701-710, 1969
- SCHUSTER, W.: Ein Beitrag zur stomatologischen Betreuung im Vorschulalter
Dtsch.Stomat. 17,
848-856, 1966
- SELING, H.: Kariesepidemiologische Untersuchungen an 7-13-jährigen Berliner Schulkindern über die Verteilung der kariösen Läsionen auf d. einzelnen Zahnoberflächen
Med.Dissertation, 1982

- SILVERSTONE, L. M.: Fissure sealants: Laboratory Studies
Caries Res. 8,
2-26, 1974
- STÜSSEL, K.: Elektronenmikroskopische Oberflächenun-
tersuchungen am Dentin von Mensch und
Rind sowie Haftfestigkeitsmessungen von
zahnärztlichen Kunststoffen am Rinder-
dentin
Med.Dissertation, 1979
- SVEEN, O. B. Sealants- a milestone in preventive
HINDING, J. H.: dentistry?
Northwest dentistry 50,
401-406, 1971
- TAKEUCHI, M.: A method of caries prevention by sealing
of the pit and fissures with resin
adhesive
J.Oral. Hyg.Soc. 16,
155-168, 1966
- VOLK, A.: Kariesstatistische Erhebungen an Schul-
kindern
Öst.Z.Stomat. 55,
124-135, 1958

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. med. dent. Hans Lenz für die Überlassung des Themas sowie für die freundliche und hilfreiche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Ebenso danke ich Frau Butzengeiger für ihre Mithilfe bei der Durchführung meiner klinischen Untersuchungen.

LEBENS LAUF

Am 13.12.1952 wurde ich als Sohn des Zahnarztes Karl-Otto Heisse und seiner Ehefrau Melitta, geb. Grabert in Berlin geboren.

Von 1959 - 1962 besuchte ich die 3. Grundschule in Neu-Tempelhof, von 1962 - 1965 die 1. Grundschule in Alt-Tempelhof.

Nach dem Besuch der Luise-Henriette-Oberschule in Berlin-Tempelhof legte ich im Jahre 1972 die Reifeprüfung ab.

Während meiner Wartezeit auf einen Studienplatz in Zahnmedizin studierte ich drei Semester Wirtschaftswissenschaften an der Freien Universität Berlin und arbeitete anschließend drei Jahre in einem zahntechnischen Laboratorium.

Ab Wintersemester 1977/78 studierte ich Zahnmedizin an der Freien Universität Berlin und legte im März 1983 die zahnärztliche Prüfung ab.

Seit Mai 1983 arbeite ich als Assistenzzahnarzt in der Praxis meiner Schwester.

Papyrus-Druck GmbH Berlin ☎ 3416451
Dissertationen